

# 基于解释结构模型的城市交通效率影响因素研究

杨 冕, 郑兵云

(安徽财经大学 管理科学与工程学院, 安徽 蚌埠 233030)

**摘要:**通过相关文献梳理出影响城市交通效率的13个主要因素,即生态环境、票价政策、政策体制、人口密度、居民素质、信息化程度、路网密度、交通基础设施、城市经济发展水平和城市化水平。基于系统工程的解释结构模型,建立城市交通效率影响因素的整体框架模型,将这些因素划分为基础层、硬件层和软件层,并确定不同层次要素之间以及同一层次不同要素之间的关系。在此基础上对城市交通效率模型进行优化,以便对城市交通效率进行定量分析。

**关键词:**城市交通效率;解释结构模型;城市交通管理

**中图分类号:**F572;F224.0 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-4476(2017)05-0070-05

城市交通是城市生存和发展的基本条件,与其经济发展密切相关,其效率在一定程度上反映了一个城市交通资源的利用情况,直接影响其整体发展水平。同时,也受城市经济发展水平、城市结构、交通基础设施、人口密度、服务水平以及交通管理水平等因素的影响,并决定其效率的高低。然而,目前各城市的交通效率均不怎么理想,严重制约了其整体发展水平。因此,在城市交通资源耗费严重、交通供需不平衡、交通污染严重和交通管理水平低下的背景下,如何提高城市交通效率已成为亟待解决的问题,只有从根源上解决,才能提高城市交通效率,从而促进经济发展。因此,本文首先解决的问题就是找出影响城市交通效率的因素,分析这些因素与城市交通效率之间的关系以及各因素之间的关系,制定相应措施,从而提高城市交通效率。

## 1 城市交通效率以及影响因素

### 1.1 城市交通效率内涵

传统的城市交通效率是指一定的交通资源投入对人们交通需求的满足程度,即所耗费的资源与产出的比例,没有考虑生态环境的影响。学者季珏等人考虑了这一影响因素,认为最优的城市交通效率是城市出行便捷度的最大化与城市交通碳排放的最小化<sup>[1]</sup>。学者陈荔等人也提出了生态城市交通效率,构建了基于生态交通效率的城市道路网络双层优化模型,为交通的可持续发展提供了参考依据<sup>[2]</sup>。基于这些学者的研究,笔者认为城市交通效率指的是在生态环境保护的前提下,减少交通资源投入,并满足人们对交通的需求。

### 1.2 城市交通效率影响因素分析

国外学者 P. Beria 利用案例研究分析了意大利南部西西里岛地区在非管制垄断情况下影响公共运输效率的非常规因素,提出交通补贴和所有权是影响公共运输效率的两大因素<sup>[3]</sup>;学者 Yang C P 运用模糊层次分析法对台湾交通运输项目管理中的91个可能影响因素进行筛选和排序,发现五大主要影响因素分别是责任主体、岩土工程勘探效率、地方政府的环保法律法规、价格指数波动以及现场安全管理<sup>[4]</sup>。国内学者李磊等人基于27个区域2003—2010年公共交通的面板数据,运用 DEA-Tobit 两步法探讨了城市公共交通效率以及影响因素,列出了城市的经济、人口、资源、政策、人均GDP、家庭汽车拥有量和城市人均道路面积这七大因素,并提出了改进城市交通效率的建议<sup>[5]</sup>;学者苏永涛等人以北京、天津、上海和重庆这四个地方的面板数据进行实证分析,得出城市人口规模和车辆拥有量这两个因素对城市交通碳排放产生重要影响,从而影响城市交通效率<sup>[6]</sup>。

综上所述,国内外学者并没有对城市交通效率影响因素进行深入研究,只是从经济、人口、政策等宏观方面进行分析,没有对影响因素进行分层次的探讨。另外,国内外文献对于专门研究城市交通效率影响因素的少之

收稿日期:2017-03-27

基金项目:国家社科基金面上项目(15BGL018);校级基金安徽财经大学研究生科研创新基金(ACYC2016165)

作者简介:杨冕(1992—),女,安徽池州人,安徽财经大学管理科学与工程学院硕士研究生;

郑兵云(1979—),男,河南信阳人,安徽财经大学管理科学与工程学院副教授,硕士生导师。

万方数据

又少,都只是对城市交通某一方面的影响因素进行研究.因此,笔者运用解释结构模型对影响城市交通效率的因素进行综合分析,探讨这些因素是如何影响城市交通效率的以及各因素之间是如何相互影响的,同时对模型进行优化,使影响因素的分类更加系统与贴近实际,更好地把握这些因素是如何作用于城市交通效率.

## 2 建立解释结构模型

### 2.1 城市交通效率影响因素

经过查阅大量有关城市交通效率影响因素的文献,从中筛选出 13 个主要影响因素,可以归纳为 4 类,经济因素有城市经济发展水平、城市化水平和交通基础设施;技术因素有信息化程度和路网密度;政策因素有有关城市交通的政策体制和票价政策;社会因素有城市结构、城市交通结构、人口密度、生态环境、交通管理水平和居民素质,如表 1 所示.

表 1 城市交通效率影响因素

编号	影响因素	说 明
S1	城市经济发展水平	城市经济发展水平直接决定了居民出行对交通工具的要求,经济发展水平越高,人们的生活水平也跟着提高,影响着人们对交通方式的选择,从而影响城市交通效率
S2	城市结构	合理规划城市结构与土地开发,能有效提高城市交通效率
S3	城市交通结构	即各种交通方式的比例,各种交通方式作为满足交通需求的工具所占比例不同,对城市交通效率有着不同的影响
S4	政策体制	严格的管理体制和高效的管理政策有利于提高城市交通效率
S5	信息化程度	信息化程度越高,有利于解决交通拥堵以及生态环境等问题,从而提高城市交通效率
S6	人口密度	人口密度大容易引发很多问题,不利于城市交通水平的提高
S7	票价政策	票价政策不合理会影响人们选择出行的方式从而对城市交通效率产生影响
S8	生态环境	城市交通污染破坏了生态环境,城市交通效率的提高不仅要做到量的提高,还得做到质的提高,必须在可持续发展的条件下提高城市交通效率
S9	路网密度	路网密度越发达,越有利于提高城市交通效率水平
S10	城市化水平	城市化水平越高,越容易出现交通拥堵等问题,不利于城市交通效率的提高
S11	交通管理水平	交通管理水平越高,越完善,越有利于提高城市交通效率水平
S12	居民素质	居民素质决定了居民的出行方式,素质较高的居民一般会选择公共汽车作为主要交通方式,从而对城市交通效率有一定的影响
S13	交通基础设施	基础设施越完善,建造越合理,使用率越高,越有利于提高城市交通效率水平

### 2.2 建立邻接矩阵 A

第一步,对这 13 个因素建立  $13 \times 13$  方形矩阵表示其逻辑关系,建立邻接矩阵 A. 元素  $a_{ij}$  表示  $S_i$  对  $S_j$  是否有影响,若  $a_{ij} = 1$ ,则  $S_i$  对  $S_j$  有影响;若  $a_{ij} = 0$ ,则  $S_i$  对  $S_j$  无影响. 以上各因素的邻接矩阵如表 2.

表 2 邻接矩阵 A

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
S1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
S2	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
S3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
S4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

第二步,建立可达矩阵 M. 可达矩阵表示各影响因素之间存在的关系(如表 3),矩阵采用布尔代数算法. 计算方法为  $(A + I)^n = (A + I)^{n+1} = M$ . 其中, A 为邻接矩阵, I 为单位矩阵, n 表示邻接矩阵加上单位矩阵的幂次

阵后按布尔代数法则进行自乘的次数.

表 3 可达矩阵 M

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
S1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
S2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
S3	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
S4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S5	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
S6	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
S7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S10	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S13	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1

第三步,分解各因素之间的关系.  $R(S_i)$  表示可达矩阵的可达集合,  $A(S_i)$  表示可达矩阵的前因集合,  $C(S_i)$  表示可达集合与前因集合的交集. 结果如表 4.

表 4 可达集、前因集以及交集

i	$R(S_i)$	$A(S_i)$	$C(S_i)$
S1	1,2,3,5,6,7,8,9,10,13	1,2,5,6,10	1,2,5,6,10
S2	1,2,3,5,6,7,8,9,10,13	1,2,5,6,10	1,2,5,6,10
S3	3,7,8,13	1,2,3,5,6,10,13	3,13
S4	4,7	4	4
S5	1,2,3,5,6,7,8,9,10,13	1,2,5,6,10	1,2,5,6,10
S6	1,2,3,5,6,7,8,9,10,13	1,2,5,6,10	1,2,5,6,10
S7	7	1,2,3,4,5,6,7,10,13	7
S8	8	1,2,3,5,6,8,10,13	8
S9	9	1,2,5,6,9,10	9
S10	1,2,3,5,6,7,8,9,10,13	1,2,5,6,10	1,2,5,6,10
S11	11	11	11
S12	12	12	12
S13	3,7,8,13	1,2,3,5,6,10,13	3,13

根据  $R(S_i) = C(S_i)$  这一条件进行层级分解, S7, S8, S9, S11, S12 为第一层关系, 在原有可达矩阵基础上删除相应的行和列, 同理确定第二层因素为 S3, S4, S13, 第三层因素为 S1, S2, S5, S6, S10.

第四步, 建立城市交通效率影响因素的解释结构模型(如图 1 所示). 可知城市交通效率影响因素分为三层, 第一层为表层因素, 第二层为中间因素, 第三层为根源因素.

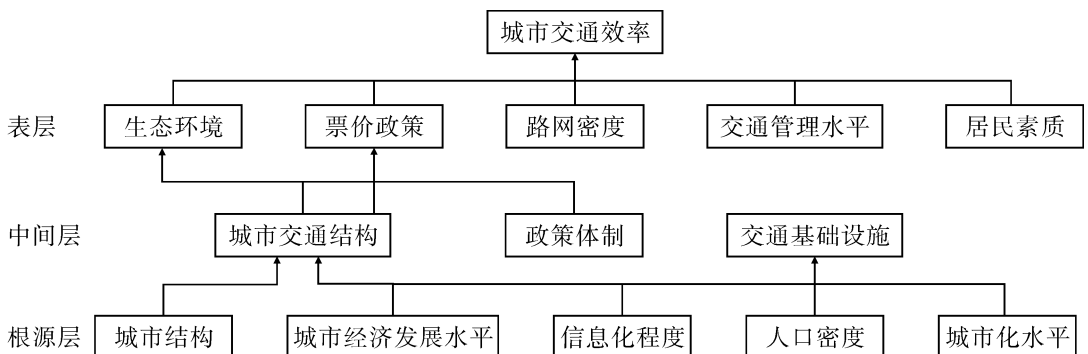


图 1 城市交通效率影响因素的解释结构模型

表层因素包括生态环境、票价政策、路网密度、交通管理水平和居民素质, 这五大因素直接影响着城市交通效率. 在提高城市交通效率的同时还应注意保护生态环境, 生态环境也制约着城市交通效率; 票价政策

制越合理越有利于城市交通效率的提高;路网密度越发达,城市交通越顺畅,越不容易出现各种交通问题;交通管理水平越高,城市交通秩序越好;居民素质决定其出行方式,素质越高,越愿意选择公共交通方式,不仅绿色环保还有助于提高城市交通效率。

城市交通结构、政策体制和交通基础设施这三大因素构成了中间因素,通过影响表层因素间接影响着城市交通效率,起着基础性作用。城市交通结构中绿色能源交通方式的比重影响着生态环境进而影响着城市交通效率,另外各种交通方式的比例和政策体制影响着票价政策,从而影响城市交通效率。交通基础设施主要包括停车场、各种交通枢纽站等,这些硬件设施对城市交通效率有着明显的影响。

根源因素包括城市结构、城市经济发展水平、信息化程度、人口密度和城市化水平,这五大因素起着决定性作用。城市结构、经济发展水平和信息化程度影响着城市交通结构,不同的城市结构有着不同的城市交通结构系统,从而对应着不同的城市交通效率。信息化程度越高,智能交通系统所占比例越大,城市交通效率越高。城市经济发展水平和城市化水平决定着交通基础设施,因为交通基础设施的建设需要投入大量资金,经济发展水平越高,基础设施就越完善,越有利于城市交通效率。

### 2.3 城市交通效率模型优化

由图 1 可知,将信息化程度和人口密度最为根源因素以及将政策体制和交通基础设施作为同一层因素是不合理的,不便于各层次之间的比较和划分。因此,在此基础上通过调整与优化,并从上到下将各层次命名为基础层、硬件层和软件层形成城市交通效率的优化模型,如图 2 所示。

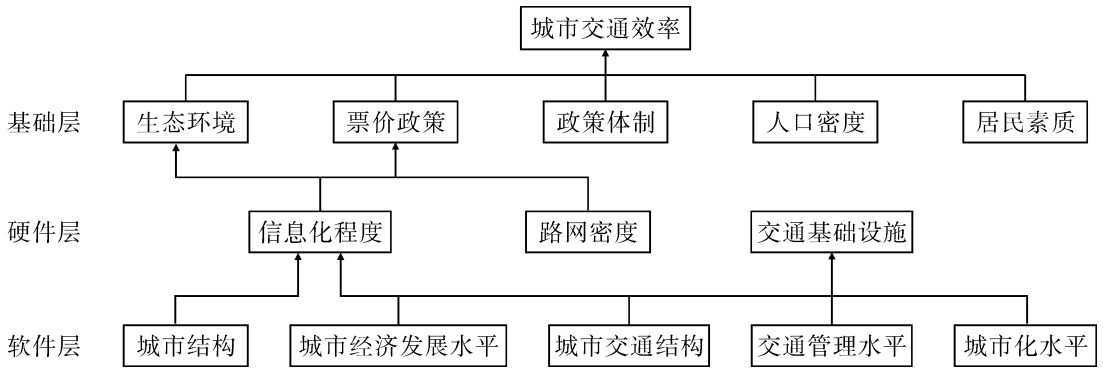


图 2 城市交通效率优化模型

由图 2 可知,将这些因素划分为三层,基础层、硬件层和软件层,层层递进,软件层影响硬件层,硬件层影响基础层从而影响城市交通效率。基础层包括的因素有生态环境、票价政策、政策体制、人口密度以及居民素质,这些因素是影响城市交通效率最表层因素。

硬件层包括信息化程度、路网密度以及交通基础设施,信息化程度和路网密度是否发达、交通基础设施是否完善直接决定了城市交通所需的硬件。所以,在该层可以采取加大对基础设施投资等手段交通城市交通的硬件水平。

软件层主要包括城市经济发展水平、城市化水平等,主要是从城市内部角度进行考量,城市经济水平和城市化水平直接决定了城市交通水平,城市结构、城市交通结构和交通管理水平决定了城市交通出行方式。在此阶段,应大力发展经济确保城市交通的软件建设。

### 3 结语

城市交通效率具有众多的影响因素,以往的研究大多是针对少数因素进行分析论证,不够全面,很难对城市交通效率有整体的认识。本文通过建立城市交通效率解释结构模型,分析层与层因素之间的关系以及每一层各因素之间的关系。结果表明:城市经济发展水平以及城市化水平等因素是决定城市交通效率的根源因素;城市交通结构与交通基础设施等因素是影响城市交通效率的中间因素;生态环境与路网密度等因素是表层因素。根据各层次之间的关系和每层中因素之间的相互关系,提出建议:

第一、根源因素对城市交通效率起着决定性作用,所以狠抓根源因素。加快城市经济发展从而带动城市交通发展,只有经济水平提高了,才能更好的为城市交通发展提高人力、物力和财力支持。其次,必须重视信息化在城市交通中的作用,在“互联网+”这个大环境下,信息技术的作用日益突出,实现城市交通的自动化  
万方数据

和智能化是时代发展的潮流,有利于改善交通状况,提高城市交通效率,保护生态环境。另外,合理规划城市空间,利用土地,有利于改善城市交通的时空分布,缓解城市交通压力。

第二、重视中间因素,中间因素对城市交通效率起着基础性作用。城市交通结构应该多样化,各种交通方式在成本、时效、舒适度和环保等方面有着差异,同时,人们的需求也存在着差异,城市应大力推广多样化交通方式,以公共交通为主、其他交通方式为辅的交通策略,从而提高城市交通效率。另外,交通基础设施对城市交通起着辅助性作用,是城市交通的硬件,基础设施是否完善影响着城市交通效率,每个城市应加大对基础设施的投入,做好基础性工作。

第三、强调表层因素,表层因素直接决定了城市交通效率。提高城市交通管理水平也就是提高对整个城市中人、车、路的综合管理,从而提高整个城市交通系统的运行效率,协调人、车、路之间的关系,从而提高城市交通效率。居民素质也是很重要的一个因素,居民素质的高低直接决定其选择哪种交通方式出行,从而影响城市交通效率,我们需开展有关活动,使人们意识到城市交通现存在的这些问题的严重性,从而加强自身素质的提高;另外,大力宣传公共交通和绿色出行,贯彻落实生态交通。国家和地方政府应加强票价政策的调控,使得各种交通方式的票价在人们的可承受范围之内,这样才有利于交通方式的多样化,从而提高城市交通效率。

本文虽然用解释结构模型对城市交通效率因素进行系统的梳理,但是还只是停留在定性阶段,没有定量化分析。因此,笔者接下来的研究就是针对影响因素进行实地调查和实证研究。

#### 参考文献:

- [1] 季 珏,高晓路,刘星辰.城市交通效率的多目标评价方法研究——以北京市城六区为例[J].地理科学进展,2016,35(1):118-125.
- [2] 陈 荔,马荣国.基于生态交通效率的城市道路网络优化模型[J].中国公路学报,2009(5):100-104.
- [3] BERIA P, GRIMALDI R. Unconventional factors of efficiency in public transport: A case study and theory[C]// 12th WCTR. Lisbon: s. n., 2010.
- [4] YANG C P. Primary influential factors in the management of public transportation [J]. Canadian Journal of Civil Engineering, 2011,34(1):1-11.
- [5] 李 磊,姚璇宇.城市化进程中公共交通效率影响因素研究[J].现代城市研究,2015(1):77-83.
- [6] 苏涛永,张建慧,李金良,等.城市交通碳排放影响因素实证研究——来自京津沪渝面板数据的证据[J].工业工程与管理,2011,16(5):134-138.
- [7] 门玉琢,于海波,李显生.城市道路交通事故宏观影响因素灰色关联预测模型[J].机械设计与制造,2012(12):251-253.
- [8] 黎云路,王 超.城市规划和人口密度:城市交通发展影响因素研究——以新疆乌鲁木齐市为例[J].新疆社会科学:汉文版,2013(3):42-46.
- [9] 施晓清,李笑诺,杨建新.低碳交通电动汽车碳减排潜力及其影响因素分析[J].环境科学,2013,34(1):385-394.
- [10] 孙轶轩,邵春福,岳 昊,等.基于SVM灵敏度的城市交通事故严重程度影响因素分析[J].吉林大学学报:工学版,2014,44(5):1315-1320.
- [11] 周家中,尤 勃,罗 佳,等.考虑土地利用下基于结构方程的城市交通出行行为影响[J].北京工业大学学报,2013(6):925-929.
- [12] 王卫东,王 京,吴 婕,等.基于带偏DEA模型的长株潭城市群公路交通效率评价[J].北京工业大学学报,2014(12):1848-1854.

## Influence Factors of Urban Transportation Efficiency Based on Interpretative Structural Model

YANG Mian, ZHENG Bingyun

(School of Management Science and Engineering, Anhui University of Finance  
& Economics, Bengbu 233030, China)

**Abstract:** Based on some related records on transportation efficiency, it summarized main 13 influencing factors, such as ecological environment, fare policy, policy regime, population density, resident quality, information degree, density of road net, transportation infrastructure, urban economic development level and urbanization level. In the interpretative structural model built by the author, The 13 factors are divided into different levels as base layer, hardware layer and software layer, and the relationship between these 13 factors and the one between the factors in the same layer. Furthermore, the model was optimized to conduct a quantitative research of urban transportation efficiency.

**Key words:** urban transportation; interpretive structural model; urban traffic management

(责任编辑:饶 超)